

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3830647 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 30 647.6
㉔ Anmeldetag: 9. 9. 88
㉕ Offenlegungstag: 22. 3. 90

㉖ Int. Cl. 5:
A01 G 25/00
A 01 G 15/00
B 01 D 53/02

DE 3830647 A1

㉗ Anmelder:

Weber, Adolf, Prof. Dr.rer.nat., 2359
Henstedt-Ulzburg, DE; Thöl, Peter, Dipl.-Ing., 2082
Uetersen, DE; Ohm, Werner, Dr.-Ing., 2000
Hamburg, DE

㉘ Erfinder:

gleich Anmelder

㉙ Wassergewinnung aus der natürlichen Luftfeuchte zum Pflanzenanbau, zur Tierzucht und für den menschlichen Bedarf

In Gebieten hoher Luftfeuchtigkeit und hoher Sonneneinstrahlung mit gleichzeitigem Mangel natürlicher Wasservorkommen soll durch geeignete Einrichtungen Wasser aus der Luft mit kleinen oder großen, vornehmlich autarken Anlagen gewonnen werden. Diese zeichnen sich dadurch aus, daß die benötigten Temperaturdifferenzen in den meisten Fällen durch direkte oder indirekte Nutzung der Sonneneinstrahlung und/oder der Abstrahlung gegen den Nachthimmel realisiert werden. Der Aufwand zur Unterstützung der natürlichen Luftbewegung und für fallweise benötigte andere Antriebe und Regelungen ist vergleichsweise gering. Eine Deckung durch Photovoltaik ist in allen Fällen möglich.

DE 3830647 A1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Grundgedanke

In Gebieten hoher Luftfeuchtigkeit und hoher Sonneneinstrahlung bei gleichzeitigem Mangel natürlicher Wasservorkommen soll durch geeignete Einrichtungen Wasser aus der Luft gewonnen werden.

Anwendungen

Gebiete, auf die die o. g. Bedingungen zutreffen, sind z. B. die Küstenstreifen rund um den Persischen Golf. Hier wird Wasser vielfach in großen Meerwasser-Entsalzungsanlagen gewonnen, das zur Pflanzenzucht zu teuer ist. Ein Ausfall dieser Anlagen, z. B. durch Unterbrechung der Energieversorgung, Betriebsstörungen, Ölverseuchung des Meerwassers oder sonstige Umstände führt unmittelbar zum Wassermangel.

Als Alternative zu den genannten Anlagen soll Wasser in autarken, fallweise auch mobilen Einrichtungen — unabhängig vom Meerwasser und dessen unmittelbarer Nähe — in kleinen und größeren Mengen für die Pflanzenzucht und den menschlichen Bedarf gewonnen werden.

Anforderungen

- Versorgung von Pflanzen- und Tierzuchteinrichtungen
- Versorgung einzelner Haushalte im Not- und Normalfall
- Hohe Zuverlässigkeit
- Bedienerfreundlichkeit
- Wartungsarmut
- Kosten-/Nutzenäquivalenz

Beispiele für einige mögliche Ausführungsvarianten

Diese Varianten basieren insbesondere auf der Ausnutzung des Tag-/Nacht-Temperaturgefälles und dem damit verbundenen Anstieg der relativen Feuchte nach Sonnenuntergang. Generell gilt, daß die Entnahme der Feuchtigkeit aus der Luft überwiegend in den Abend- und Nachtstunden geschieht. Es kann sowohl eine unmittelbare Wasserabscheidung stattfinden, als auch eine Speicherung in absorbierenden Medien mit um viele Stunden verzögerter Austreibung. Als notwendige Zusatzenergie wird die elektrische Energie benötigt, die aus allen denkbaren geeigneten Energiequellen — auch mit Zwischenspeicherung — gewonnen werden kann. In den Blockdiagrammen ist als Energiequelle beispielsweise eine Solarenergieanlage dargestellt.

Wassergewinnung durch Kondensation mittels Peltierelementen

Diese Variante ist im Blockdiagramm 1 und in der Prinzipskizze 1 schematisch dargestellt.

Die feuchte Luft wird mit Hilfe von Ventilatoren an der kalten Seite von Peltierelementen vorbeigeführt und kühlt dabei unter den Taupunkt ab. Die dabei kondensierende Feuchtigkeit wird aufgefangen. Im Blockdiagramm 1 werden Ventilatoren und Peltierelemente beispielsweise von Akkumulatoren versorgt, die tagsüber durch Solargeneratoren aufgeladen werden.

Das in Prinzipskizze 1 dargestellte Aggregat besteht

aus dem mit Peltierelementen betriebenen Wärmetauscher und den Ventilatoren zum Durchtreiben der feuchten Luft. Es hat wenig bewegte Teile und ist dadurch verschleißarm.

- 5 Nachteilig an diesem System ist, daß die gesamte Kondensationswärme von den Peltierelementen abgeführt werden muß, die nur einen Wirkungsgrad von ca. 50% haben. Hieraus resultiert ein relativ hoher Leistungsbedarf. Weiterhin erfordern die Peltierelemente 10 aufgrund ihres Aufbaues eine relativ teure Bauweise des Wärmetauschers.

Wassergewinnung durch Kondensation mittels Kompressoren

- 15 Prinzip und Aufbau entsprechen dem System mit Peltierelementen. Jedoch ist an Stelle der Peltierelemente der Verdampfer eines Kompressor-Kühlaggregates eingebaut. Die Kondensationswärme wird dabei von dem 20 Kompressor abgeführt. Der Vorteil dieser Variante ist, daß der Kompressor mit einer Leistungsziffer von zwei bis drei arbeitet, also daß mit der aufgewendeten Antriebsenergie die zwei- bis dreifache Wärmemenge abgeführt werden kann. Auch hier muß, wenn auch mit 25 wesentlich besserem Wirkungsgrad als bei der vorgenannten Ausführung, die gesamte Kondensationswärme als Energie bereitgestellt werden. Die Anzahl der Verschleißteile ist, bedingt durch den Kompressor, natürlich höher.

Kondensation durch Wärmeabstrahlung gegen den Nachthimmel

- 35 Jede Fläche auf der Erde, die gegen den tiefkalten Weltraum gerichtet ist, hat eine höhere Temperatur als dieser und erfährt dadurch einen Wärmeverlust durch Strahlung. Tagsüber wird dieser Wärmeverlust durch die wesentlich höhere Einstrahlung der Sonne überdeckt. Nachts ist er jedoch deutlich bemerkbar. Tau z. B. 40 schlägt sich zuerst auf Autodächern nieder.

Bei diesem, in der Prinzipskizze 2 dargestellten System, wird die beschriebene Wärmeabstrahlung gegen den Nachthimmel genutzt.

- Beispielhaft ist hier ein Trigon mit Oberflächen hoher 45 Emissionskonstante ausgeführt, das waagrecht um eine Mittelachse drehbar angeordnet ist. Die jeweils oben befindliche Oberfläche wird gegen den Himmel gerichtet. Zur Vergrößerung der Strahlungsoberfläche sind an den Seiten Klappen mit gleichfalls hochemittierenden 50 Oberflächen angeordnet, die in einem solchen Winkel angestellt werden, daß sie optimal auf das Trigon reflektieren. Tagsüber und bei Wind werden die Klappen über das Trigon geklappt und schützen so die Emissionsflächen vor Verschmutzung, die zur Reduzierung der 55 Emissionsrate führen würde. Außerdem kann dieses Einklappen beim Transport geschehen.

- Durch Abstrahlung sinkt nachts die Temperatur der Strahlungsflächen unter den Kondensationspunkt. Auf den Klappen und der nach oben gewendeten Fläche des 60 Trigons schlägt sich Tau nieder. Da dieser Tau in gewissem Maße die Abstrahlung reduziert, wird durch eine Dritteldrehung des Trigons nach geraumer Zeit eine frische Strahlungsfläche zur Verfügung gestellt. Von der dann weggedrehten Fläche kann der Tau, in gleicher 65 Weise wie von den schräg aufgestellten Klappen, in eine Auffangzone abtropfen. Dieses Abtropfen kann eventuell durch Vibration unterstützt werden. Eine entsprechende Vorrichtung ist jedoch in der Skizze nicht darge-

stellt. Ebenso ist eine Unterstützung des Zutritts der feuchten Luft durch Ventilatoren und eine Nutzung der kalten Innenfläche der jeweils nach oben gerichteten Trigonfläche denkbar.

Der Vorteil dieses Systems ist, daß lediglich die Energie für das Drehen des Trigons und den Betrieb der zugehörigen Zeitautomatik, sowie eventuell für die Vibrationsanlage und die Ventilatoren zugeführt werden muß. Diese ist gegenüber der Kondensationsenergie vergleichsweise sehr gering. Jedoch sind die Strahlungsflächen empfindlich gegen Verschmutzung und Verletzung.

Variante zur Kondensation durch Wärmeabstrahlung

Prinzipskizze 3 zeigt eine Variante zum vorgenannten Beispiel. Der geometrische drehbare Körper ist hier durch ein Strahlungsband ersetzt, das über zwei Walzen gespannt ist. Das Band wird mit einer Geschwindigkeit angetrieben, die der Kondensationsrate entspricht. Das Kondensat wird am ablaufenden Ende des Bandes durch eine Vorrichtung abgestreift und aufgefangen. Die Strahlungsfläche wird ebenfalls durch Klappen vergrößert, die bei Außerbetriebnahme das Band gegen Kontamination schützen. In beiden Varianten kann eine Automatik angebaut werden, die bei Wind die Klappen schließt.

Der Energiebedarf dieser Anlage ist ähnlich dem der vorgenannten Variante. Auch hier ist der Erhalt der Emissionsfähigkeit der Strahlungskörper wichtig.

Wassergewinnung durch Adsorption

Feuchtigkeitsadsorbierende Stoffe werden in der Technik relativ häufig benutzt. Als Anwendungsgebiete seien genannt, z. B. Trocknung von Prozeßgasen (Druckluft, Erdgas usw.), Trockenhalten von verpackten Gütern und Entfeuchten von organischen Fluiden.

Als Adsorber eignen sich Bentonite (natürliche Aktivtone), Aktiv-Aluminiumoxyd, Kieselgel und Molekularsiebe (natürliche und künstliche Zeolithe). Die Feuchtigkeitsadsorption erfolgt durch physikalische Bindungskräfte in den engen Hohlräumen, von denen die Adsorbentien durchzogen sind. Die Feuchtigkeitsaufnahme kann bis zu 40 Gewichtsprozente betragen. Die Adsorbentien selber erfahren durch die Wasseraufnahme keine Veränderung und sind chemisch träge. Das aufgenommene Wasser kann durch Wärmeeinwirkung wieder ausgetrieben werden.

Dieser Prozeß ist reversibel und soll für die Wassergewinnung aus der Luft genutzt werden.

Prinzipskizze 4 zeigt eine denkbare Einrichtung für die gestellte Aufgabe. Der perlenförmige Adsorber befindet sich in einem Behälter mit flacher Quaderform. An der Unterseite des Behälters ist ein zweiter Raum etwa gleicher Größe angeordnet. Beide Räume sind an einer Schmalseite miteinander verbunden, an der Berührungsfläche jedoch thermisch voneinander isoliert. Der rückwärtige Behälter ist innen und außen als Wärmetauscher ausgebildet. Die Oberseite des Adsorberbehälters ist gut strahlungsadsorbierend beschichtet, um tagsüber möglichst hohe Temperaturen im Trockenmittel zu erreichen. Diese Anordnung wird in einem optimalen Winkel zur Sonne ausgerichtet, mit der verbundenen Schmalseite nach oben. Nachts wird nach Abtrennung der Verbindung zur Rückseite durch eine Verschlussklappe die feuchte Luft mit Hilfe von Ventilatoren durch den Adsorber gedrückt. Dabei gibt sie ihre

Feuchtigkeit an den Adsorber ab und tritt unten durch die geöffnete untere Verschlussklappe wieder aus. Im Tageszyklus werden der obere Lufteintritt und die untere Schmalseite verschlossen. Der Adsorberbehälter wird nun durch Sonneneinstrahlung auf mehr als 100 Grad Celsius erwärmt, so daß das adsorbierte Wasser ausgetrieben wird. Diese Bedingungen erfordern einen Adsorber, der einerseits eine möglichst hohe Wasseraufnahme hat, um das Bauvolumen klein zu halten, und andererseits niedrige Bindungskräfte aufweist, um das Wasser schon bei nicht zu hohen Temperaturen wieder freizugeben. Von den o. g. Adsorbentien eignet sich am besten Kieselgel, das auch preisgünstig ist. Das austretende Wasser kondensiert in dem rückwärtigen, kühleren Wärmetauscher und wird in einem Tank gesammelt.

Da die Energie für das Austreiben des Wassers von der Sonne geliefert wird, muß nur die Leistung für die Ventilatoren bereitgestellt werden. Der Aufbau kann als preisgünstige Blechkonstruktion erfolgen. Das System hat wenig bewegte Teile. Nachteilig sind eventuell das hohe Gewicht und das Bauvolumen.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Wassergewinnung in Gebieten ohne ausreichende natürliche Süßwasservorkommen jedoch hoher Luftfeuchtigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß das Wasser aus der natürlichen Luftfeuchtigkeit gewonnen wird.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftfeuchtigkeit in einer Kondensationseinrichtung entzogen wird, deren Kaltflächen durch Peltierelemente, Gas-, Adsorber- oder Kompressoraggregate gekühlt werden.
3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Entzug der Luftfeuchtigkeit an einer Kondensationseinrichtung geschieht, deren Kaltflächen durch Abstrahlung gegen kältere Räume, z. B. gegen den Nachthimmel, gekühlt werden, und daß sie zum Ablauf der kondensierten Feuchtigkeit in eine dafür geeignete Lage gebracht sind.
4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Entzug der Luftfeuchtigkeit an einer Kondensationseinrichtung geschieht, deren Kaltflächen durch Abstrahlung gegen kältere Räume, z. B. gegen den Nachthimmel, gekühlt werden, und daß sie, nach Benetzung durch Kondensation, zum Ablauf der Feuchtigkeit in eine geeignete, den kälteren Räumen abgewandte Lage gebracht werden.
5. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Entzug der Luftfeuchtigkeit in hygroskopischen Medien/Adsorbentien geschieht, aus denen sie in einem weiteren Schritt wieder ausgetrieben wird.
6. Einrichtung nach Anspruch 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie mit einer Einrichtung nach Anspruch 2, 3 oder 4 kombiniert ist.
7. Einrichtung nach den Ansprüchen 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftdurchsatz durch geeignete Einrichtungen zur Unterstützung der natürlichen Konvektion unterstützt wird.
8. Einrichtung nach den Ansprüchen 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftdurchsatz durch die Einrichtung durch Ventilatoren, Gebläse o. ä. erhöht wird.
9. Einrichtung nach Anspruch 1 u. 5, dadurch ge-

kennzeichnet, daß das Austreiben der gespeicherten Feuchtigkeit mit Sonnenwärme geschieht.

10. Einrichtung nach den Ansprüchen 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablauf des Kondensats von den Kaltflächen durch Abstreifen oder mechanische Impulse oder Schwingungen oder Entspannungsmittel, auch in Kombination mehrerer Maßnahmen, unterstützt wird. 5

11. Einrichtung nach den Ansprüchen 1—10, dadurch gekennzeichnet, daß das gewonnene Wasser durch nachgeschaltete Einrichtungen entkeimt und ggf. geschmacksverbessert wird. 10

12. Einrichtung nach den Ansprüchen 1—11, dadurch gekennzeichnet, daß diese direkt oder durch gespeicherte Sonnenenergie versorgt werden, z. B. durch Solargeneratoren, mit dem Ziel, die genannten Einrichtungen autark betreiben zu können. 15

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

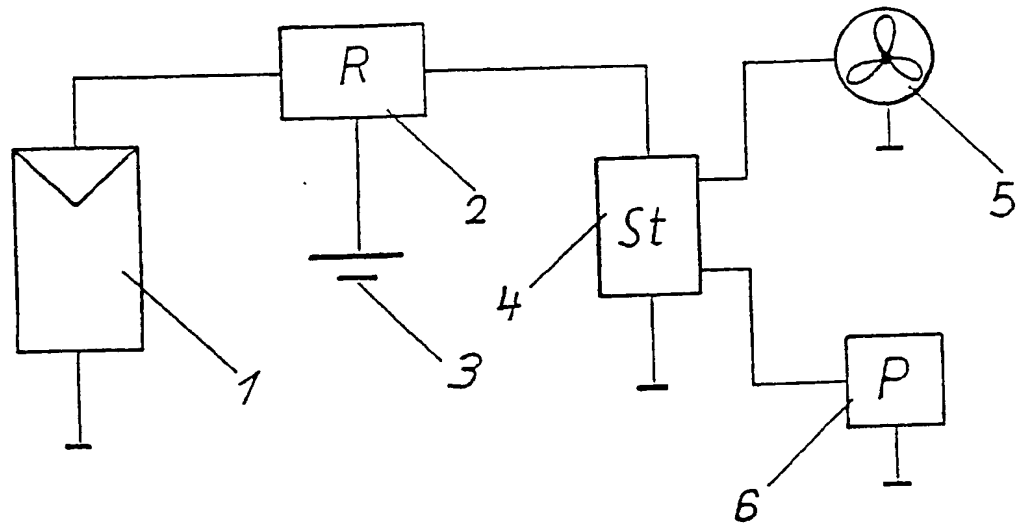
50

55

60

65

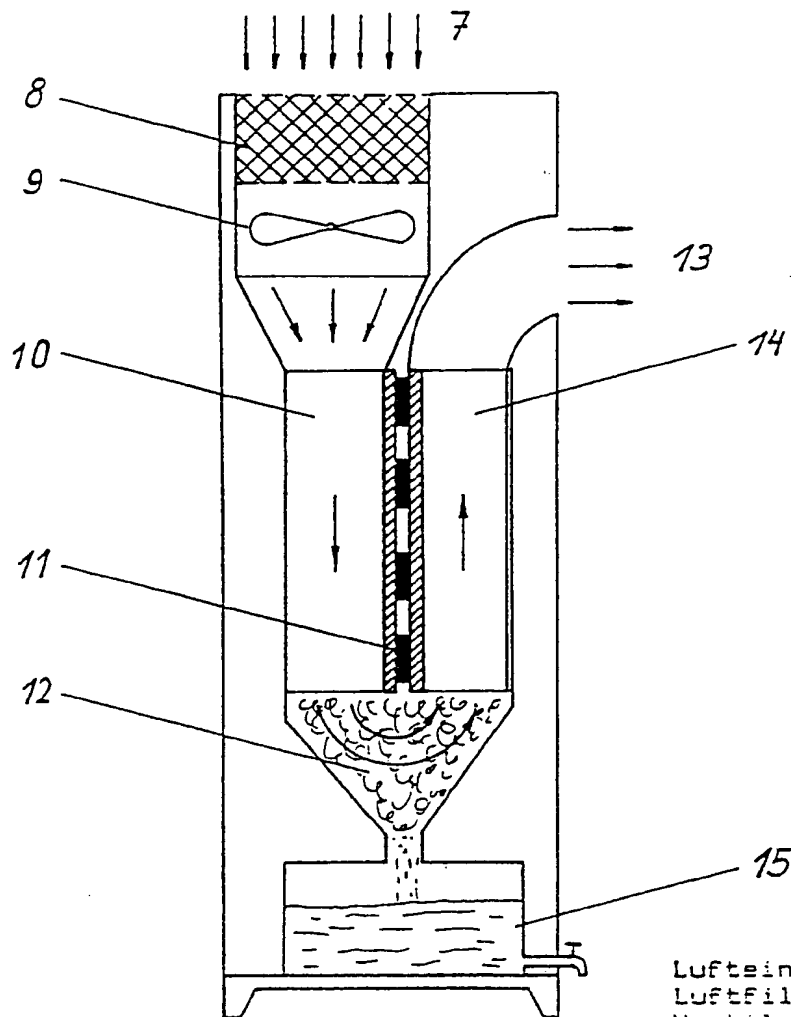
— Leerseite —



Solargenerator	:	1
Laderegler	:	2
Batterie	:	3
Steuerung	:	4
Ventilator	:	5
Peltierelement	:	6

BLOCKDIAGRAMM 1

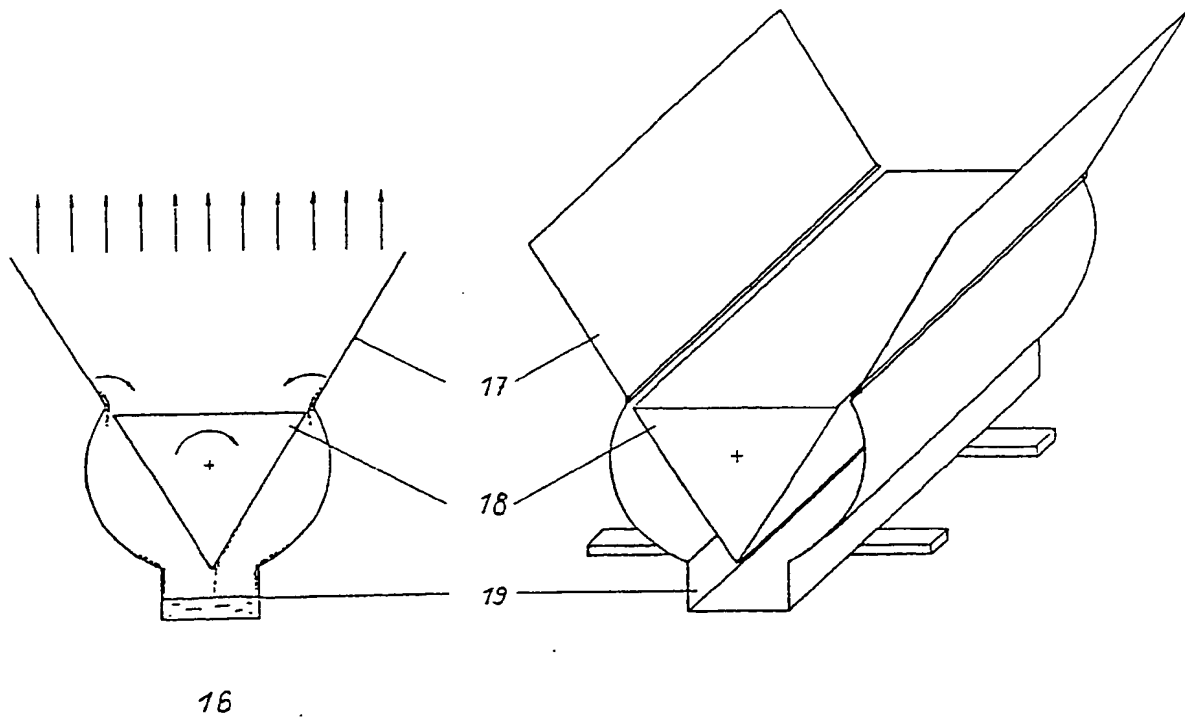
Beispiel: System mit Peltierelementen und Solarversorgung.



Luft Eintritt	:	7
Luftfilter	:	8
Ventilator	:	9
Wärmetauscher kalte Seite	:	10
Peltierelement	:	11
Tropfkörper	:	12
Luftaustritt	:	13
Wärmetauscher warme Seite	:	14
Tank	:	15

PRINZIPSKIZZE 1

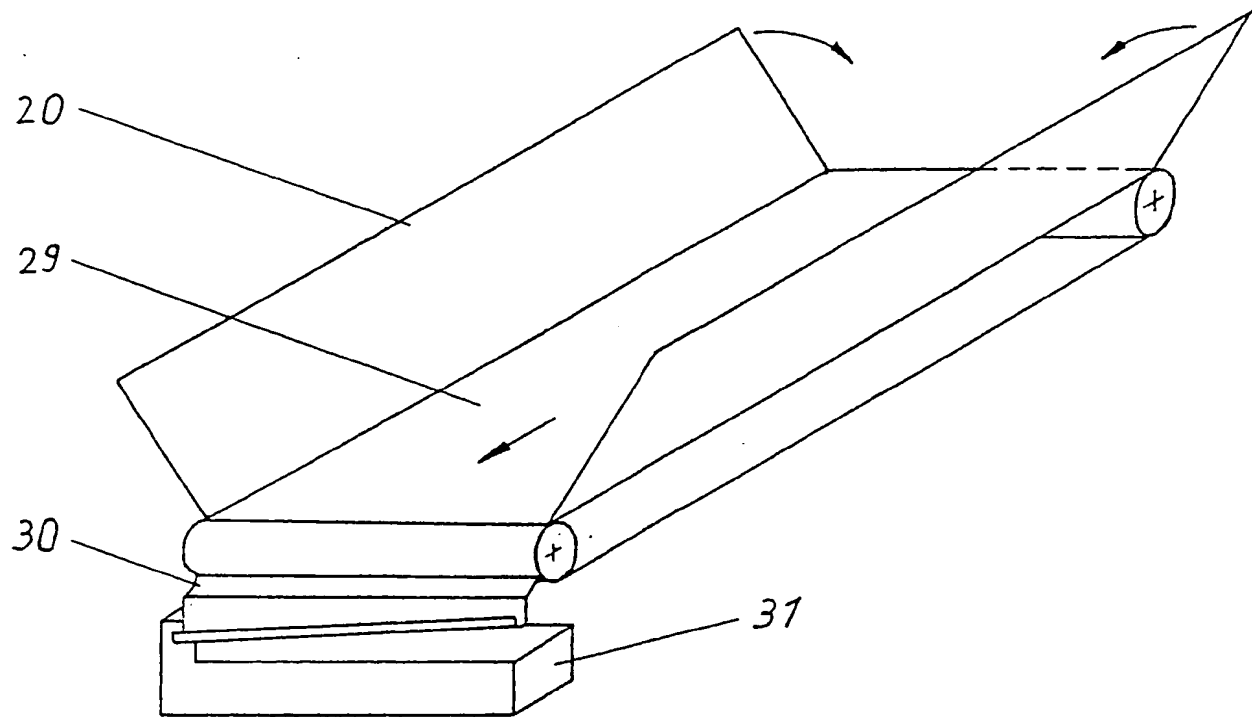
Beispiel: System mit Peltierelementen, Querschnitt



Vorderansicht	: 16
Klappe	: 17
Trigon	: 18
Auffangrinne	: 19

PRINZIPSKIZZE 2

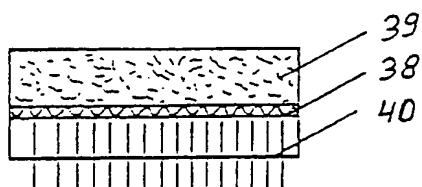
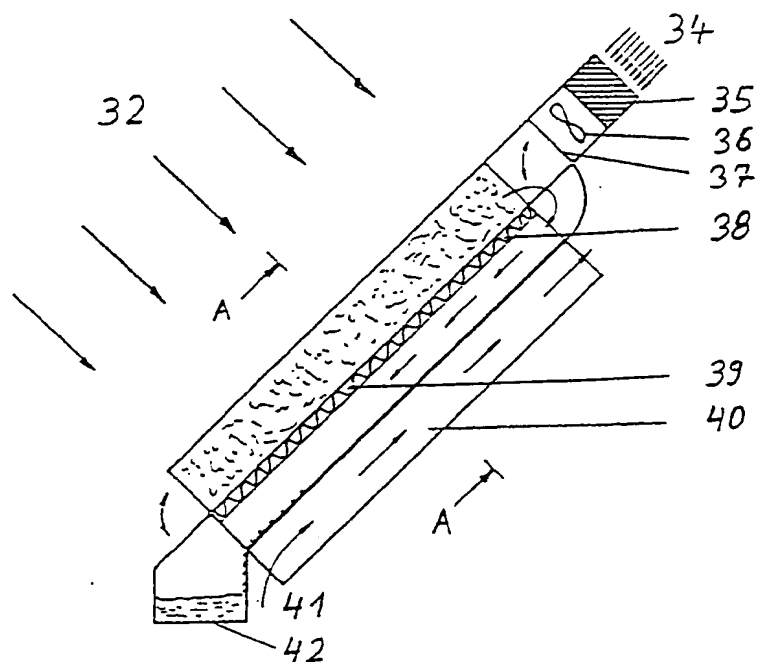
Beispiel: System mit Kondensation durch Wärmeabstrahlung.



Klappe	: 20
Umlaufendes Band	: 29
Abstreifer	: 30
Tank	: 31

PRINZIPSKIZZE 3

Beispiel: Variante, System mit Kondensation durch Waermeabstrahlung.



A - A

Solarstrahlung	: 32
Verschlusskappe	: 33
Lufttritt, nachts	: 34
Luftfilter	: 35
Gebälse	: 36
Verschlussklappe	: 37
Isolierung	: 38
Adsorbens	: 39
Wärmetauscher	: 40
Kühlluft, tags	: 41
Tank	: 42

PRINZIPSKIZZE 4

Beispiel: System mit Adsorber.

Prof. Dr. A. Weber

Dipl.-Ing. P. Thoel

Dr.-Ing. W. Ohm

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox